

**PALÄO-UMWELT**

■ GUIDO L. B. WIESENBERG  
MARTINA GOCKE

# **Zeitzeugen einer früheren Wald- vegetation**

RHIZOLITHE VERRATEN VIEL ÜBER  
VERGANGENE VEGETATION

EIN PROJEKT DER BAYCEER  
ARBEITSGRUPPE PAST  
(PALEOENVIRONMENTAL STUDIES)

**B**evor der Mensch umfassend die Vegetation im Südwesten Deutschlands verändert hat, standen hier weit ausgedehnte Wälder. Diese Kenntnis stammt überwiegend aus Sedimentarchiven von Seen, die sowohl die klimatischen Veränderungen als auch das Handeln des Menschen über die vergangenen Jahrtausende hinweg dokumentieren. Solche Archive, die ein kontinuierliches Abbild der früheren Umwelt enthalten, sind jedoch nicht flächendeckend vorhanden und mit verschiedenen Problemen behaftet. Seesedimente dokumentieren in erster Linie das Umweltsignal ihres Einzugsgebietes, wobei die Erhaltungsbedingungen dieses Signals von zahlreichen Faktoren abhängen, so dass eine genaue flächenhafte Verteilung der Vegetation nur bedingt ermittelt werden kann. Neben Seesedimenten, die vor allem Holz, Holzkohle, Blätter, Pollen, aber auch molekulare Spuren der früheren Vegetation als Zeitzeugen enthalten, gibt es weitere Optionen, die frühere Wald- und Strauchvegetation *in situ* zu studieren – also an dem Ort, an dem sie gewachsen ist. Eine Möglichkeit bieten verkalkte Wurzelröhren, die auch unter Namen wie Rhizolithe, Osteokollen, Beinbrech und weiteren seit über 280 Jahren beschrieben werden.

In Südwestdeutschland sind Rhizolithe an mehreren Stellen beschrieben worden, wo kaltzeitliche Sedimente (Löss) unmittelbar unterhalb vom heutigen Boden auftreten. Diese Sedimente sind reich an Kalziumkarbonat (bis zu 30 %), so dass eine Nachlieferung von Kalzium die Bildung der Rhizolithe begünstigt hat. Während die Exorhizolithe in Deutschland in der Regel Durchmesser von bis zu fünf Zentimeter haben und im Profil über Längen von über 1,5 Meter verfolgt werden können, sind z. B. von den Kanaren Rhizolithe mit Durchmessern von über 30 Zentimeter und mehreren Metern Länge beschrieben worden (so genannte „Megarhizolithe“). Rhizolithe sind von allen Kontinenten beschrieben worden, wobei eine heutige Bildung von Rhizolithen selten beobachtet worden ist und somit die meisten der bekannten Rhizolithvorkommen auf frühere Vegetationsformen zurückgehen.

In der rund 15 Meter mächtigen Lössabfolge mit eingeschalteten Paläoböden (ehemalige Böden) bei Nussloch nahe Heidelberg treten unterhalb des heutigen Bodens Rhizolithe in Tiefen zwischen 0,6 bis mindestens acht Meter auf. Ihre Größe und Morphologie ist an diesem Standort relativ divers, so dass man davon ausgehen kann, dass

die Rhizolithe nicht nur um Wurzeln einer spezifischen Pflanze, sondern vielmehr um Wurzeln von verschiedenen tief wurzelnden Bäumen und Sträuchern gebildet wurden. Mittels Radiokohlenstoffdatierung wurde ein Alter eines Exorhizoliths von rund gut 3.000 Jahren ermittelt, während in einem benachbarten Profil auch Endorhizolithe mit Altern von über 9.000 Jahren beschrieben wurden.

Häufig wurden Rhizolithe in der Vergangenheit rein morphologisch beschrieben, während mittels moderner geochemischer Analysenverfahren weitere Informationen gewonnen werden können. Exorhizolithe aus Nussloch werden unter anderem auf ihren Gehalt und die Zusammensetzung an pflanzenbürtigen und mikrobiellen Inhaltsstoffen untersucht. Bei den pflanzlichen Inhaltsstoffen wird einerseits die Fragestellung verfolgt, von welchen Pflanzen die Rhizolithe gebildet worden sind und andererseits, wie die Durchwurzelung den ursprünglichen Gehalt an organischen Inhaltsstoffen im Löss überprägt hat. Die Zusammensetzung von Lipiden wie Alkanen und Fettsäuren und der Vergleich mit der heutigen Vegetation haben bestätigt, dass die Exorhizolithe von Nussloch nicht durch die heutigen Bäume und Sträucher, die seit der Beendigung der ackerbaulichen Nutzung vor wenigen Jahren an dem Standort wachsen, gebildet wurden. Stattdessen war eine frühere Vegetation für die Bildung der Rhizolithe verantwortlich. Aufgrund des Radiokohlenstoffalters und der chemischen Zusammensetzung von Alkanen und Fettsäuren lässt sich vermuten, dass die Exorhizolithe von Nussloch auf Wurzeln von Haselnuss, Buche, Eiche und Erle zurückzuführen sind.



Dr. Guido L.B. Wiesenberg vertritt im Sommersemester 2011 die Professur am **Lehrstuhl für Agrarökosystemforschung**.



Dr. Martina Gocke, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am **Lehrstuhl für Agrarökosystemforschung**.

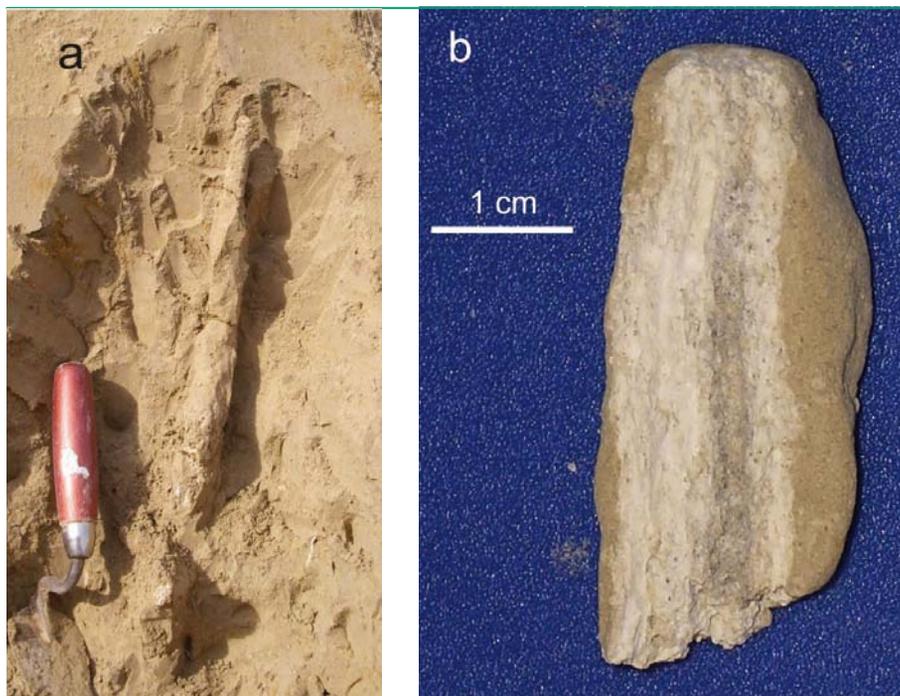
#### WEBLINK

- [www.aes.uni-bayreuth.de](http://www.aes.uni-bayreuth.de)

#### INFO

### Die Entstehung von Rhizolithen

Rhizolithe entstehen zu Lebzeiten oder spätestens kurz nach Absterben insbesondere von Strauch- und Baumwurzeln in kalkreichen Sedimenten oder Böden. Durch Wurzelexsudate und einen Überschuss an CO<sub>2</sub> im Wurzelraum wird dortiges Karbonat in Gegenwart von Wasser gelöst und dann um die Wurzeln herum ausgefällt. Die Ausfällung an der Wurzeloberfläche erfolgt dadurch, dass die Pflanzen das Wasser aufnehmen und somit Wasser aus dem umgebenden Boden bzw. Sediment in Richtung der Wurzel fließt. Durch die Wasseraufnahme steigt die Konzentration an gelöstem Kalzium an der Wurzeloberfläche an und Kalziumkarbonat wird ausgefällt, wenn die CO<sub>2</sub> Konzentration im Wurzelraum ausreichend hoch ist. Die an der Wurzeloberfläche entstehenden Rhizolithe werden auch Exorhizolithe genannt. Im Gegensatz dazu bezeichnet man Kalziumkarbonatausfällungen innerhalb von Wurzelzellen auch als Endorhizolithe. Letztere sind jedoch meistens nur schwierig mit bloßem Auge zu erkennen, während die meist durch den hohen Kalziumkarbonatanteil strahlend weißen Exorhizolithe häufig sehr gut wahrzunehmen sind.



Rhizolith im Lössprofil bei Nussloch (a) und aufgeschnitten im Labor (b). Im Gegensatz zum weißen Kalziumkarbonat sind die Überreste der ehemaligen Wurzel dunkel gefärbt.

Desweiteren hat sich gezeigt, dass sich infolge der Durchwurzelung die chemische Zusammensetzung der Lössorganik in der Umgebung der Rhizolithe deutlich verändert hat, was in Entfernungen von mindestens fünf Zentimetern zu den Rhizolithen bisher belegt ist. Ob und inwiefern eine Überprägung auch in weiteren Distanzen zur Wurzel stattgefunden hat, soll mittels verschiedener Methoden wie organischer Analytik, Altersbestimmungen und Farbmessungen in Nussloch und an anderen Standorten untersucht werden.

Neben pflanzlichen Inhaltsstoffen geben Rhizolithe auch Einblick in molekulare Fossilien von mikrobiellen Vergesellschaftungen. Glycerol Dialkyl Glycerol Tetraether (GDGT) als molekulare Überreste anaerober Bakterien und Archaeen haben gezeigt, dass die bislang noch schlecht spezifizierte Gruppe von Mikroorganismen sich nach dem Ab-

alle Abb. aus: Gocke, M., Pustovoytov, K., Kühn, P., Wiesenberger, G.L.B., Löscher, M. & Kuzyakov, Y. Carbonate rhizoliths in loess and their implications for paleoenvironmental reconstruction – revealed by isotopic composition:  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ , Chemical Geology 283, 251-260.

Abb. rechts: Querschnitt durch einen Rhizolith. Der ehemalige Hauptwurzelkanal (zentral) sowie weitere kleinere Wurzelkanäle sind in schwarzer Farbe zu sehen. Manche Wurzelkanäle sind nach Absterben und Zersetzung der Wurzel durch grobe Kalziumkarbonatkristalle ausgefüllt worden (helle Stellen). Die Matrix besteht ebenfalls aus feinem Kalziumkarbonat, das im Dünnschliff gelb gefärbt ist.

sterben von Wurzeln von deren Überresten ernährt und somit die molekularen Überreste in den Rhizolithen hinterlassen hat. Während andere Mikroorganismen wie aerobe Bakterien im ehemaligen Wurzelraum gelebt und sich von Wurzelhaaren und Wurzelexsudaten ernährt haben, lässt sich somit die mikrobielle Vergesellschaftung in und an Rhizolithen differenzieren.

Rhizolithe bieten nicht nur die Möglichkeit, Aussagen zu früheren Waldstandorten in situ zu treffen, also welche Vegetation zu welcher Zeit auf dem Standort gewachsen ist. Sie ermöglichen auch Einblicke in bodenbildende Prozesse, die in der Umgebung der einstigen Wurzeln stattgefunden haben. Über die Untersuchung des ehemaligen Wurzelraumes lässt sich darüber hinaus auch erkennen, welche langfristigen Beiträge zur  $\text{CO}_2$ -Fixierung tief wurzelnde Pflanzen im Laufe ihres Lebens leisten können, bzw. inwiefern sie zur Veränderung des ursprünglichen Signals der durchwurzelten Sedimente beigetragen haben, und bieten insofern vielfältige Lösungsansätze für geoökologische Fragestellungen.

### AUS DEM EHEMALIGEN WURZELRAUM LÄSST SICH ABLEITEN, WELCHE LANGFRISTIGEN BEITRÄGE ZUR $\text{CO}_2$ -FIXIERUNG TIEF WURZELNDE PFLANZEN LEISTEN KÖNNEN.

